

MODEL SENTRALISASI *DUAL CHANNEL SUPPLY CHAIN* UNTUK SATU PEMANUFAKTUR DAN DUA PENGECEK DENGAN KOMPETISI HARGA DISKON

THE CENTRALIZED *DUAL CHANNEL SUPPLY CHAIN* MODEL FOR ONE MANUFACTURER AND TWO RETAILERS WITH DISCOUNT PRICE COMPETITION

Diah Nur Hidayati^a, Ririn Setiyowati^b, Pangadi^c

Program Studi Matematika FMIPA UNS

Jl. Ir. Sutarmi No. 36A, Kentingan, Jebres, Surakarta

[diahnurh@student.uns.ac.id](mailto:^adiahnurh@student.uns.ac.id), [ririnsetiyowati@staff.uns.ac.id](mailto:^bririnsetiyowati@staff.uns.ac.id),

[pangadi_adi@staff.uns.ac.id](mailto:^cpangadi_adi@staff.uns.ac.id)

ABSTRAK

Perkembangan bisnis online yang pesat seperti di era sekarang ini membuka peluang yang sangat besar bagi pamanufaktur untuk menjual produk ke konsumen secara langsung dengan melalui media online. Biasanya pamanufaktur hanya menjual produk kepada pengecer, kemudian pengecer menjual kembali produk tersebut kepada konsumen dengan melalui media offline. Pada penelitian ini akan dikembangkan model sentralisasi dual channel supply chain dengan kompetisi harga diskon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengonstruksi dan menentukan fungsi keuntungan optimal dari satu pamanufaktur dan dua pengecer dengan kompetisi harga diskon. Model yang dikonstruksi merupakan fungsi keuntungan terhadap tiga variabel keputusan tanpa kendala dengan menggunakan sistem sentralisasi. Tiga variabel keputusan yang ditentukan yaitu harga jual media online, harga jual pengecer 1, dan harga jual pengecer 2. Setelah ditentukan penyelesaian optimalnya kemudian menganalisis efek dari kompetisi harga diskon yang diberikan. Hasil yang didapat pada penelitian ini menunjukkan bahwa kompetisi harga diskon dapat meningkatkan keuntungan pada keseluruhan sistem sentralisasi.

Kata Kunci : DCSC, harga diskon, *offline*, *online*, sistem sentralisasi.

ABSTRACT

E-commerce rapid development in this era is resulting a high probability to manufactures for sell their products toward customers directly in online media. Usually, manufactures only sell products to retailers, then retailers resell these products to consumers through offline media. This research will develop a dual channel supply chain centralization model with discounted price competition. The purpose of this research is to construct and determine the optimal profit function of one manufacturer and two retailers at a discounted price competition. The constructed model is a profit function of three decision variables without constraints using a centralized system. Three decision variables are determined namely selling price of online media, selling price of retailer 1, and selling price of retailer 2. After the optimal profit is determined, then analyzing the effect of discount price competition is given. The results obtained in this research indicate that discounted price competition can increase profits in the whole centralized system.

Kata Kunci : DCSC, discount price, *offline*, *online*, centralized system.

Pendahuluan

Model persediaan *supply chain* (SC) merupakan salah satu contoh model matematika yang sering digunakan dalam bidang ekonomi industri. Menurut Kumar dan Kumar (2013), SC adalah sistem yang mencakup serangkaian proses dari produksi sampai penjualan produk ke konsumen. SC terbagi menjadi dua yaitu *single channel supply chain* (SCSC) dan *dual channel supply chain* (DCSC). SCSC menggunakan satu media dalam penjualan yaitu media *offline* yang mana terjadi tatap muka langsung antara penjual dan pembeli sehingga memperoleh kesepakatan. Sedangkan menurut Widodo et al. (2011), suatu penjualan dikatakan menganut konsep DCSC jika kedua media penjualan beroperasi secara bersama-sama (*offline* dan *online*). Harga dan biaya layanan menjadi salah satu faktor yang memengaruhi konsumen dalam memilih media penjualan.

Dumrongsiri et al. (2008) meneliti model dengan asumsi konsumen peka terhadap harga dan kualitas layanan. Menurut Grewal et al. (1998), untuk dapat mempertahankan keseimbangan angka penjualan perlu diunggulkan tiga hal yaitu, *store reputation*, *brand name*, dan diskon. Cai et al. (2009) meneliti efek dari berbagai kontrak harga diskon dan skema harga pada

rantai pasokan yang menunjukkan bahwa kontrak harga diskon sederhana bisa meningkatkan kinerja seluruh rantai pasokan.

Rofin dan Mahanty (2017) membahas masalah struktur rantai pasokan produsen yang dihadapkan pada tiga pilihan media penjualan, yaitu *retailer-e-tailer*, *company store-e-tailer*, dan *retailer-e-marketplace* dengan kecenderungan konsumen yang berbeda-beda pada media penjualan *online*. Setiyowati et al. (2019) meneliti tentang *Dual Channel Closed-Loop Supply Chain* dengan mempertimbangkan kontrak harga diskon dan waktu tunggu. Berdasarkan pada penelitian terkait DCSC dan kontrak harga diskon, artikel ini berfokus pada struktur rantai pasokan dengan sistem sentralisasi DCSC untuk satu pamanufaktur dan dua pengecer dengan kompetisi harga diskon.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Literatur yang digunakan meliputi buku dan jurnal tentang *Dual Channel Supply Chain*, kemudian dibuat pengembangan model dan dianalisis pengaruh harga diskon terhadap penyelesaian optimalnya. Berikut langkah operasional yang digunakan dalam penelitian ini.

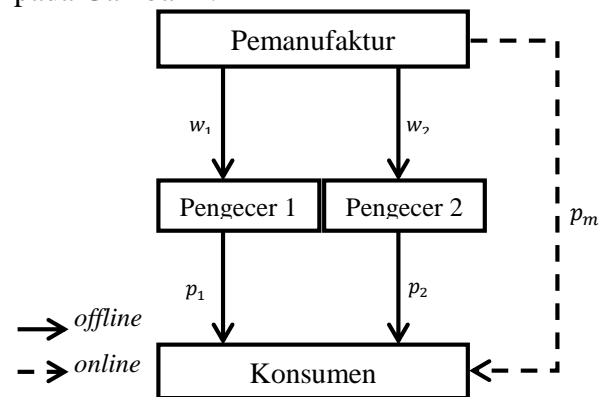
- (1) Mempelajari penelitian terdahulu mengenai model *DCSC*.
- (2) Menentukan asumsi model *DCSC* yang akan dikembangkan.
- (3) Menentukan fungsi tujuan yang berupa fungsi keuntungan sistem dari satu pamanufaktur dan dua pengecer.
- (4) Membuktikan model memiliki titik global maksimum.
- (5) Menentukan harga jual pamanufaktur dan kedua pengecer.
- (6) Mencari nilai parameter yang sesuai, kemudian diterapkan kedalam model yang diperoleh, lalu menentukan penyelesaian optimalnya.
- (7) Mengubah nilai parameter untuk menganalisis sensitivitas parameter terhadap keuntungan sistem pada hasil penerapan model.

Hasil dan Pembahasan

1. Kerangka Model

Model *dual channel supply chain* (*DCSC*) terdiri dari satu pamanufaktur dan dua pengecer. Pamanufaktur menjual produk ke pengecer 1 dan pengecer 2 berturut-turut dengan harga w_1 dan w_2 melalui media *offline* serta menjual produk secara langsung ke konsumen dengan harga p_m melalui media *online*. Pengecer 1 dan pengecer 2 menjual produk ke konsumen berturut-turut

dengan harga p_1 dan p_2 melalui media *offline*. Alur dari model *DCSC* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur model *DCSC*

Notasi yang digunakan dalam model dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Notasi

Proporsi	Keterangan
θ	Proporsi antarmedia
α	Proporsi antarpengecer
Parameter	
Permintaan	
a	Permintaan dasar konsumen
D_o	Permintaan media <i>online</i>
D_1	Permintaan pengecer 1
D_2	Permintaan pengecer 2
$w_{1,2}$	Harga grosir pengecer 1 dan 2
c_m	Biaya produksi
c_r	Biaya operasional pengecer
l	Waktu tunggu pengiriman
$\delta_{1,2}$	Sensitivitas harga silang antara media <i>online</i> dan <i>offline</i> pada pengecer 1 dan 2
$\beta_{1,2}$	Elastisitas permintaan pengecer 1 dan 2
β_3	Elastisitas permintaan media <i>online</i>

Variabel	
Keputusan	
p_m	Harga jual media <i>online</i>
p_1	Harga jual pengecer 1
p_2	Harga jual pengecer 2
Asumsi yang digunakan untuk	

mengkonstruksi model sebagai berikut.

- (1) Terdiri dari satu pamanufaktur dan dua pengecer untuk produk yang sama.
- (2) Pamanufaktur menjual produk secara *online* kepada konsumen dengan harga p_m dan secara *offline* kepada pengecer 1 dan pengecer 2 dengan harga w_1 dan w_2 .
- (3) Pengecer 1 dan pengecer 2 menjual produk secara *offline* ke konsumen dengan harga p_1 dan p_2 , $p_1, p_2 > w_1, w_2$.
- (4) Pamanufaktur memberikan kontrak harga diskon kepada kedua pengecer yaitu harga grosir w_1 dan w_2 selalu lebih kecil dari pada harga jual *online* p_m .
- (5) Diasumsikan bahwa nilai elastisitas selalu lebih besar dari nilai sensitivitas, $\min\{\beta_1, \beta_2, \beta_3\} > \max\{\delta_1, \delta_2\}$.
- (6) Semua nilai parameter positif.

2. Konstruksi Model

Fungsi Permintaan

Berdasarkan deskripsi, notasi, dan asumsi yang telah dijelaskan akan dikonstruksikan fungsi permintaan pengecer 1, pengecer 2, dan pamanufaktur. Jumlah proporsi awal antara media *online* dan *offline*

yaitu 1. Jika proporsi media *offline* sebesar θ maka proporsi media *online* yaitu $(1 - \theta)$. Permintaan media *offline* terdiri dari permintaan pengecer 1 dan pengecer 2. Jika proporsi pengecer 1 adalah α , maka proporsi pengecer 2 yaitu $(1 - \alpha)$. Fungsi permintaan linear dengan elastisitas β_1, β_2 secara berturut-turut pada pengecer 1 dan 2 (media *offline*), dan β_3 pada media *online*. Fungsi permintaan juga linear terhadap sensitivitas harga silang antara media *offline* dan *online*. Selain itu, bahwa fungsi permintaan linear dengan sensitivitas waktu tunggu yang dinotasikan γ_1 dan γ_2 . Semakin lama waktu tunggu akan memengaruhi prioritas konsumen untuk berpindah dari media *online* ke media *offline*. Waktu tunggu dinotasikan dengan l . Fungsi permintaan media *offline* terdiri dari pengecer 1 dan pengecer 2 yang dinotasikan secara berturut-turut yaitu D_1 dan D_2 . Kemudian untuk fungsi keuntungan media *online* dinotasikan dengan D_o . Sehingga fungsi permintaan pada pengecer 1, pengecer 2, dan pamanufaktur dirumuskan sebagai berikut:

$$D_1 = \theta \alpha a - \beta_1 p_1 + \delta_1 p_m + \gamma_1 l \quad (1)$$

$$D_2 = \theta (1 - \alpha) a - \beta_2 p_2 + \delta_2 p_m + \gamma_2 l \quad (2)$$

$$D_o = a(1 - \theta) - \beta_3 p_m + \delta_1 p_1 + \delta_2 p_2 - (\gamma_1 + \gamma_2) l \quad (3)$$

dengan p_1 harga per unit pada pengecer 1 dan p_2 harga per unit pada pengecer 2 pada

media *offline*. Harga per unit pada media online yaitu p_m sudah termasuk biaya operasional dan biaya pengiriman.

Fungsi Keuntungan

Fungsi keuntungan pengecer 1 diperoleh dari total pendapatan pengecer 1 yaitu harga jual pengecer 1 p_1 dikalikan dengan persamaan (1) diperoleh $p_1 D_1$. Kemudian dikurangi dengan total pengeluaran pengecer 1 yaitu harga grosir w_1 dan biaya operasional pengecer sebesar c_r , keduanya dikalikan dengan persamaan (1). Pada model ini diperhatikan kontrak harga diskon dari pemanufaktur ke pengecer 1 sehingga harga grosir w_1 menjadi $w_1 = \lambda_1 p_m$. Sehingga diperoleh fungsi keuntungan pengecer 1 yaitu

$$\pi_1 = (p_1 - \lambda_1 p_m - c_r) D_1. \quad (4)$$

Fungsi keuntungan pengecer 2 diperoleh dari total pendapatan pengecer 2 yaitu harga jual pengecer 2 p_2 dikalikan dengan persamaan (2) diperoleh $p_2 D_2$. Kemudian dikurangi dengan total pengeluaran pengecer 2 yaitu harga grosir w_2 dan biaya operasional pengecer sebesar c_r , keduanya dikalikan dengan persamaan (2). Pada model ini diperhatikan kontrak harga diskon dari pemanufaktur ke pengecer 2 sehingga harga grosir w_2 menjadi $w_2 = \lambda_2 p_m$. Sehingga diperoleh fungsi keuntungan pengecer 2 yaitu

$$\pi_2 = (p_2 - \lambda_2 p_m - c_r) D_2. \quad (5)$$

Fungsi keuntungan pemanufaktur diperoleh dari total pendapatan pemanufaktur yaitu harga grosir $w_1 = \lambda_1 p_m$ dikalikan dengan persamaan (1) diperoleh $\lambda_1 p_m D_1$ ditambah harga grosir $w_2 = \lambda_2 p_m$ dikalikan dengan persamaan (2) diperoleh $\lambda_2 p_m D_2$ ditambah harga jual media *online* p_m dikalikan dengan persamaan (3) diperoleh $p_m D_o$. Kemudian dikurangi dengan total pengeluaran pemanufaktur yaitu biaya produksi produk dikalikan dengan persamaan (1), (2), dan (3). Sehingga diperoleh fungsi keuntungan pemanufaktur yaitu

$$\pi_o = \lambda_1 p_m D_1 + \lambda_2 p_m D_2 + p_m D_o - c_m(D_1 + D_2 + D_o). \quad (6)$$

Model Sentralisasi DCSC

Model sentralisasi *DCSC* merupakan fungsi keuntungan sistem nonlinear tanpa kendala yang diperoleh dari penjumlahan persamaan (4), (5), dan (6) yaitu

$$\pi_c = (p_1 - \lambda_1 p_m - c_r) D_1 + (p_2 - \lambda_2 p_m - c_r) D_2 + \lambda_1 p_m D_1 + \lambda_2 p_m D_2 + p_m D_o - c_m(D_1 + D_2 + D_o). \quad (7)$$

3. Solusi Optimal

Pada persamaan (7), dapat dikonstruksikan matriks Hessian yang diperoleh dari turunan parsial kedua persamaan (7) terhadap p_1 , p_2 , dan p_m yaitu

$$H = \begin{bmatrix} -2\beta_1 & 0 & 2\delta_1 \\ 0 & -2\beta_2 & 2\delta_2 \\ 2\delta_1 & 2\delta_2 & -2\beta_3 \end{bmatrix} \quad \text{sedemikian}$$

sehingga diperoleh *principal minor determinant* dari matriks Hessian tersebut yaitu $H_{11} = -2\beta_1$ bernilai negatif, $H_{22} = 4\beta_1\beta_2$ bernilai positif, dan $H_{33} = -8\beta_1\beta_2\beta_3 + 8\beta_1\delta_1^2 + 8\beta_2\delta_2^2$ bernilai negatif. Hal tersebut menunjukkan bahwa persamaan (7) merupakan fungsi konkaf tegas. Selanjutnya akan dicari penyelesaian optimal dari fungsi tersebut dengan cara menentukan turunan pertama dari persamaan (7) terhadap p_1 , p_2 , dan p_m kemudian dibuat sama dengan nol

$$\frac{\partial \pi_c}{\partial p_1} = 0, \quad \frac{\partial \pi_c}{\partial p_1} = 0, \quad \text{dan} \quad \frac{\partial \pi_c}{\partial p_1} = 0.$$

Sistem persamaan linier tersebut diselesaikan dengan menggunakan bantuan *software Mathematica* sehingga diperoleh solusi optimal yaitu

$$\begin{aligned} p_1^* = & (c_r\beta_1\beta_2\beta_3 + \beta_2\beta_3\gamma_1l + a\beta_2\delta_1 - \\ & \beta_2\delta_1\gamma_1l - \beta_2\delta_1\gamma_2l - c_r\beta_2\delta_1^2 + \\ & \delta_1\delta_2\gamma_2l - c_r\beta_1\delta_2^2 - \delta_2^2\gamma_1l + \\ & c_m(\beta_1\beta_2\beta_3 - \beta_2\delta_1^2 - \beta_1\delta_2^2) + \\ & a(\delta_1(-\beta_2 + \delta_2) + \alpha(\beta_2\beta_3 - \delta_2(\delta_1 + \\ & \delta_2)))\theta)/(2\beta_1\beta_2\beta_3 - 2\beta_2\delta_1^2 - 2\beta_1\delta_2^2) \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} p_2^* = & (c_r\beta_1\beta_2\beta_3 + \beta_1\beta_3\gamma_2l - c_r\beta_2\delta_1^2 - \\ & \delta_1^2\gamma_2l + a\beta_1\delta_2 - \beta_1\delta_2\gamma_1l - \beta_1\delta_2\gamma_2l + \\ & \delta_1\delta_2\gamma_1l - c_r\beta_1\delta_2^2 + c_m(\beta_1\beta_2\beta_3 - \beta_2\delta_1^2 - \\ & \beta_1\delta_2^2) + a(-\beta_1((-1 + \alpha)\beta_3 + \delta_2) + \\ & \delta_1((-1 + \alpha)\delta_1 + \alpha\delta_2))\theta)/(2\beta_1\beta_2\beta_3 - \\ & 2\beta_2\delta_1^2 - 2\beta_1\delta_2^2) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} p_m^* = & (\beta_2(-l\beta_1(\gamma_1 + \gamma_2) + l\gamma_1\delta_1 + \\ & c_m(\beta_1\beta_3 - \delta_1^2)) + l\beta_1\gamma_2\delta_2 - c_m\beta_1\delta_2^2 + \\ & a(\alpha\beta_2\delta_1\theta + \beta_1(\beta_2 - (\beta_2 + (-1 + \\ & \alpha)\delta_2)\theta)))/(2\beta_1\beta_2\beta_3 - 2\beta_2\delta_1^2 - 2\beta_1\delta_2^2). \end{aligned} \quad (10)$$

4. Simulasi Numerik

Simulasi numerik digunakan untuk menggambarkan perilaku model *DCSC* dengan sistem sentralisasi. Kemudian menyelidiki efek dari kompetisi harga diskon dan waktu tunggu pada media *online*. Nilai parameter yang digunakan dalam simulasi numerik ditunjukkan pada Tabel 2 dan hasil dari simulasi tertera pada Tabel 3.

Tabel 2. Nilai parameter

Parameter	Nilai	Satuan
a	100	(unit/tahun)
β_1	0.4	(unit ² /\$/tahun)
β_2	0.3	(unit ² /\$/tahun)
β_3	0.2	(unit ² /\$/tahun)
δ_1	0.075	(unit/ \$)
δ_2	0.075	(unit/ \$)
γ_1	0.3	(unit/ \$)
γ_2	0.4	(unit/ \$)
l	5	(hari)
c_r	3	(\$/unit)
c_m	15	(\$/unit)
θ	0.6	-
α	0.4	-
λ_1	46	(%)
λ_2	61	(%)

Tabel 3. Hasil Simulasi

Variabel Keputusan	Sentralisasi Tanpa Kompetisi Harga Diskon	Sentralisasi dengan Kompetisi Harga Diskon
p_1	78.50	76.64
p_2	102.51	100.02
p_m	134.88	158.24
Keuntungan Optimal		
Keuntungan Pengecer 1	6.98	10.75
Keuntungan Pengecer 2	352.06	6.78
Keuntungan Pemanufaktur	3674.56	4457.71
Keuntungan Sistem	4033.61	4475.25

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 3, terlihat bahwa keuntungan sistem yang paling optimal diperoleh ketika menggunakan sistem sentralisasi dengan kompetisi harga diskon yaitu 4475.25. Keuntungan optimal diperoleh ketika harga pengecer 1 adalah 76.64, harga pengecer 2 adalah 100.02, dan harga jual online adalah 158.24.

Analisis Sensitivitas

Parameter yang akan dianalisis pada artikel ini yaitu waktu tunggu pengiriman barang dengan nilai parameter di interval [2,6].

Tabel 4. Analisis sensitivitas l tanpa kontrak harga diskon

l	p_1	p_2	p_m	Π_1	Π_2	Π_o	Π_c
2	78.2	101.7	139.7	4.23	355.0	3687.5	4046.87
3	78.3	101.9	138.1	5.17	354.1	3684.3	4043.71
4	78.4	102.2	136.5	6.08	353.1	3680.0	4039.29
5	78.5	102.5	134.8	6.98	352.0	3674.5	4033.61
6	78.5	102.7	133.2	7.85	350.8	3667.9	4026.66

Terlihat bahwa pada Tabel 4, harga jual *online* (p_m) akan berkurang ketika waktu tunggu pengiriman barang semakin lama. Hal tersebut juga berpengaruh pada keuntungan optimal pada sistem yang juga menurun.

Tabel 5. Analisis sensitivitas l dengan kontrak harga diskon

l	p_1	p_2	p_m	Π_1	Π_2	Π_o	Π_c
2	76.4	99.23	163.1	-19.7	-43.3	4693.6	4630.5
3	76.5	99.5	161.5	-9.8	-27.1	4614.4	4577.5
4	76.5	99.76	159.8	0.35	-10.4	4535.8	4525.7
5	76.6	100.0	158.2	10.75	6.78	4457.7	4475.2
6	76.7	100.2	156.6	21.4	24.48	4380.1	4426.1

Terlihat bahwa pada Tabel 5, harga jual *online* (p_m) akan berkurang ketika waktu tunggu pengiriman barang semakin lama. Hal tersebut juga berpengaruh pada keuntungan optimal pada sistem yang juga

menurun. Batas waktu tunggu pengiriman barang agar tidak ada anggota pada sistem yang mengalami kerugian yaitu 5 hari.

Kesimpulan

Pada artikel ini, mengembangkan model sentralisasi *dual channel supply chain* untuk satu pamanufaktur dan dua pengecer dengan kompetisi harga diskon. Berdasarkan dari hasil penelitian dan simulasi numerik yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem sentralisasi dengan kompetisi harga diskon lebih menguntungkan dari pada sistem sentralisasi tanpa kontrak harga diskon.

Selain itu waktu tunggu pengiriman barang pada media *online* juga berpengaruh pada hasil keuntungan optimal sistem. Semakin lama waktu tunggu pengiriman barang, maka semakin menurun pula keuntungan optimal pada sistem.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Bu Ririn dan Pak Pangadi sebagai dosen pembimbing yang telah membantu dalam kegiatan penelitian yang dilakukan.

Pustaka

Cai, G. (George), Zhang, Z. G., & Zhang, M. 2009, Game theoretical perspectives on dual-channel supply chain

competition with price discounts and pricing schemes, *International Journal of Production Economics*, 117(1) : 80–96.

Dumrongsiri, A., Fan, M., Jain, A., & Moinzadeh, K. 2008, A supply chain model with direct and retail channels. *European Journal of Operational Research*, 187(3) : 691–718.

Grewal, D., R. Krishnan, J. Baker, & N. Borin, 1998, The Effect of Store Name, Brand Name, and Price Discounts on Consumers Evaluation and Purchase Intention. *Journal of Retailing*, 74(3) : 331-352.

Kumar, N. R., & Satheesh Kumar, R. M. 2013, Closed Loop Supply Chain Management and Reverse Logistics- A Literature Review. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 6(4) : 974–3154.

Rofin, T. M. & B. Mahanty, 2017, Optimal Dual-Channel Supply Chain Configuration for Product Categories with Different Customer Preference of Online Channel. *Springer Science Business Media, LLC*.

Setiyowati, R., Sutanto, S. N. P. Ramadhani, & P. Widyaningsih, 2019, Dual channel closed-loop supply chain model with one manufacturer and

two retailers under price discount contract and delivery lead time. *AIP Conference Proceedings*, **2192**, 060019.

Widodo, E., K. Takahashi, K. Morikawa, I.N. Pujawan, & B. Santosa. 2011, Managing Sales Return in Dual Sales Channel: Its Product Substitution and Return Channel Analysis. *Internasional Journal of Industrial and System Engeneering*, 9(2) : 121-149.

